

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産業ニーズ対応タイプ

令和2年度事後評価結果

1. 研究課題名：ナノブロック高次秩序化による配向性ナノ構造体の開発と表面ドーピングによる高機能化

2. プロジェクトリーダー：増田 佳丈（産業技術総合研究所 極限機能材料研究部門 研究グループ長）

3. 研究概要

各次元の高比表面積ブロックとして2次元シート、1次元ニードル、0次元粒子を合成し、高次秩序化により配向性ナノ構造体を開発する。ナノブロックの表面ドーピングにより表面電子物性などを変調し、高機能化・高活性化を図る。特に、常温、常圧、水溶媒での自己組織化により、産業基盤部材となる高比表面積・高活性ナノ構造体の開発を行う。ナノ構造制御に加え、低コスト製造、有機材料との複合化、大面積化を図る。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

常温、常圧、水溶媒での自己組織化により、基盤となる酸化スズナノシートおよび二酸化チタンニードル集積型ナノ構造体の開発に成功し、基材投影面積の100倍以上の表面積を実現した。ナノシートの成長メカニズム、ナノシートやナノ粒子への各種ガス吸着実験と理論との対比によるセンシングメカニズムの提案など、ナノシート集積型ナノ構造体の形成・形態制御・機能発現における新たな学術的知見を創出した。

10nmより小さいナノ粒子に特異的に現れる量子性や高比表面積を利用することで、従来にない、あるいは従来の機能を凌駕した0次元ナノ粒子集積型ナノ構造体の開発に成功した。特に、発光特性に優れたエレクトロルミネッセンス素子の開発、半導体でも超原子構造が起こりうることの発見、可視透明なデバイスの作製、紫外線だけ吸収するナノ粒子の創製は、クオリティの高い成果である。

4-2. 今後の研究に向けて

種々の方式のセンサーが提案されている中で、各種セラミック素材がセンサーの中心素材として使用可能なことを示し、日本のセラミックス産業、特に日本が高い競争力を持つセンサー分野において、その競争力を高める可能性があることを示した。また、0次元ナノ粒子集積型ナノ構造体の優れた発光特性、光触媒特性などは、様々な分野において産業力強化に資するものであり、多くの波及効果が期待できる。今後は産業界と共同で、製造技術の確立、耐久性の確認、使用方法の確立を進め、実用化を目指すことを期待する。

4-3. 総合評価

総合評価 S

水溶液中での結晶成長制御によるセラミックスナノ構造体の形成という基礎的な研究概念を、酸化スズナノシート集積型ナノ構造体の形成・形態制御・機能発現により具現化し、これに係る新たな学術的知見を創出した。また、シリコンシングルナノ粒子に関し、液相での粒子形成制御、表面状態制御、発光機構制御、光触媒特性制御などを実現し、基礎科学的な新たな知見を創出した。これらの新しい概念に基づく材料形成および機能発現は、組成・結晶構造の異なる多数のセラミックスナノ材料へと展開が可能であり、新たな材料群を創出するものである。

本研究成果の学術的価値および産業分野における価値は、著名学術誌における多数の論文発表、複数の特許出願などにも見ることができる。

以上